

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-214823

(43)Date of publication of application : 11.08.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

H01L 21/205

(21)Application number : 09-018912

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 31.01.1997

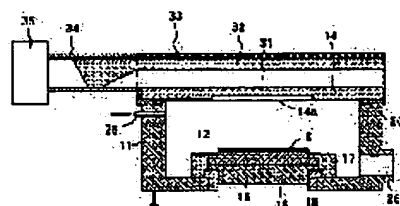
(72)Inventor : MABUCHI HIROTSUGU
TSUYUKUCHI JIYUNYA
KATAYAMA KATSUO

(54) PLASMA TREATMENT DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plasma treatment device which can make higher the plasma treatment speed for a sample by making the plasma concentration high in an area facing the sample and improve the patternization for etching fine hole pattern.

SOLUTION: This plasma treatment device is provided with a dielectric layer 32 for microwave waveguide, a microwave introduction window 14 opposite to the dielectric layer 32, and a reaction container 11 in which a sample table 15 is arranged inside so as to face the window 14, and a recess 14a is formed on the area facing to the table 15 in the window 14.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.12.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3204145

[Date of registration] 29.06.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is typical drawing of longitudinal section of the 1st gestalt of the plasma treatment equipment of this invention.

[Drawing 2] It is the ** type view showing one example of the microwave introduction aperture of the plasma treatment equipment of this invention, and (a) is a cross section and (b) is a bottom plan view.

[Drawing 3] It is the typical cross section showing example with the another microwave introduction aperture of the plasma treatment equipment of this invention.

[Drawing 4] It is the typical cross section showing still more nearly another example of the microwave introduction aperture of the plasma treatment equipment of this invention.

[Drawing 5] It is the typical cross section showing still more nearly another example of the microwave introduction aperture of the plasma treatment equipment of this invention.

[Drawing 6] It is typical drawing of longitudinal section of the 2nd gestalt of the plasma treatment equipment of this invention.

[Drawing 7] It is the typical cross section showing one for a microwave introduction window part of the plasma treatment equipment of this invention.

[Drawing 8] It is the typical cross section showing another example for a microwave introduction window part of the plasma treatment equipment of this invention.

[Drawing 9] It is the typical cross section showing still more nearly another example for a microwave introduction window part of the plasma treatment equipment of this invention.

[Drawing 10] It is drawing showing the measurement result of the etching rate to the microwave introduction aperture from which the crevice depth differs.

[Drawing 11] the ** type view of the observation photograph of the etching cross-section configuration over Aperture B (example of this invention) -- it is -- (a) -- after [of plasma electric discharge] 20 minutes, and (b) -- after [of plasma electric discharge] 570 minutes, and (c) -- after [of plasma electric discharge] 970 minutes -- etching -- it is a thing the bottom

[Drawing 12] the ** type view of the observation photograph of the etching cross-section configuration over Aperture G (example of comparison) -- it is -- (a) -- after [of plasma electric discharge] 20 minutes, and (b) -- after [of plasma electric discharge] 570 minutes, and (c) -- after [of plasma electric discharge] 970 minutes -- etching -- it is a thing the bottom

[Drawing 13] It is drawing showing the measurement result of etching-rate homogeneity of the crevice diameter DA 1 of a microwave introduction aperture.

[Drawing 14] It is drawing showing the change to the plasma charging time value of the number of particle.

[Drawing 15] It is the typical cross section showing the plasma treatment equipment using the conventional dielectric layer.

[Description of Notations]

11 Reaction Container

12 Reaction Chamber

14 Microwave Introduction Aperture

14a Crevice

14b Heights (counterelectrode nose-of-cam protection section)

14c Heights (counterelectrode nose-of-cam protection section)

14d Aperture main part

14e Annular section

15 Sample Base

16 Pedestal

17 Plasma Shield -- Member

18 Insulating Member

19 O Ring

20 O Ring

21 Counterelectrode

21a The nose of cam of a counterelectrode

23 Microwave Transparency Field Limit Board

23a Hole
25 Gas Introduction -- Hole
26 Exhaust Port
31 Centrum
32 Dielectric Layer
33 Metal Plate
34 Waveguide
35 Microwave Oscillator
41 Resist
42 Silicon Oxide
43 Silicon

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention generates plasma using microwave and relates to the plasma treatment equipment which processes etching, ashing, CVD (Chemical Vapor Deposition), etc. to a semiconductor device substrate, the glass substrate for liquid crystal displays (LCD), etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the LSI manufacture process, energy is given to reactant gas from the exterior, plasma is generated, and processing etching, ashing, CVD, etc. using this plasma is performed widely. Especially the dry etching technology using plasma is the indispensable basic technology for this LSI manufacture process.

[0003] In recent years, the equipment which uses microwave and is made to generate plasma in addition to the equipment which uses an about 13.56MHz RF for such plasma treatment, and is made to generate plasma is used increasingly. Compared with the direction which uses microwave using the RF around 13.56MHz, it is eye an easy hatchet to generate high-density plasma.

[0004] However, generally with the plasma treatment equipment using microwave, there is a problem that it is difficult to generate plasma uniformly to a latus field. Then, these people have proposed the plasma treatment equipment which used the dielectric layer that this problem should be solved (JP,62-5600,A).

[0005] Drawing 15 is the typical cross section showing the plasma treatment equipment using the conventional dielectric layer.

[0006] The sample base 15 is arranged in the interior of the reaction container 11 (reaction chamber 12), it is prepared in the upper part of the reaction container 11 so that the microwave introduction aperture 14 may meet the sample base 15, and the reaction chamber 12 is closed airtightly. And the microwave introduction aperture 14 is countered and the dielectric layer 32 is formed on both sides of the centrum 31. As a microwave introduction aperture 14, the plate of quartz glass (SiO₂) or an alumina (aluminum 2O₃) is used.

[0007] It oscillates in a microwave oscillator 35 and microwave is introduced into a dielectric layer 32 through a waveguide 34. Electric field are formed under the dielectric layer 32 of the microwave which spreads a dielectric layer 32, the gas by which this electric field penetrate the microwave introduction aperture 14, are introduced into a reaction chamber 12, and are introduced by this electric field from the gas introduction pipe 25 is excited, and plasma is generated. By this plasma, plasma treatment, such as etching, is performed to the front face of Sample S.

[0008] This equipment equips the latus plane region with the advantage that plasma can be generated uniformly, by enlarging area of the microwave introduction aperture 14 and a dielectric layer 32.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the plasma treatment equipment using the conventional dielectric layer, in order to secure the homogeneity within the sample side of plasma treatment speed, it is considering as the composition which generates plasma in a latus field compared with a sample. Therefore, there were a problem that plasma density falls on the whole and the plasma treatment speed of a sample falls, and a problem [not *****ing to a perpendicular to a hole pars basilaris ossis occipitalis in etching of a detailed hole pattern (omission nature aggravation of a pattern)].

[0010] this invention aims at offering the plasma treatment equipment which the plasma treatment speed of a sample is raised and can raise the omission nature of a pattern in etching of a detailed hole pattern by being made in order to solve the above-mentioned technical problem, and raising the plasma density of the field irradiated by the sample.

[0011]

[Means for Solving the Problem] The plasma treatment equipment of this invention is plasma treatment equipment which equips the interior with the reaction container with which the sample base is arranged, as the microwave introduction aperture countered and prepared in the dielectric layer for microwave waveguides and the dielectric layer and this microwave introduction aperture are met, and thickness of the field which meets the sample base of a microwave introduction aperture is characterized by the thin thing compared with the outside.

[0012] In addition, the "field which meets a sample base" said here means "the field which meets the sample installation side on a sample base."

[0013] With the equipment of the above-mentioned composition using the dielectric layer, the dielectric layer was made to

introduce and spread microwave and the microwave which leaks from this dielectric layer is introduced in a reaction container through a microwave introduction aperture. That is, it depends for the intensity of the microwave in a reaction container on the thickness of the distance from a dielectric layer, and a microwave introduction aperture.

[0014] Then, as a result of examining paying attention to the thickness of a microwave introduction aperture, by making thickness of a microwave introduction aperture thin partially, under the thin field, this invention persons checked that plasma occurred strongly, and completed this invention.

[0015] That is, with the plasma treatment equipment of this invention, thickness of the microwave introduction aperture of the field which meets the sample on a sample base and directly is made thin compared with the outside. Therefore, the plasma of this field irradiated by the sample on a sample base is strongly generated compared with the plasma of the field irradiated by the other field, and it can consider as efficient plasma density distribution at processing of a sample. Consequently, the plasma treatment speed of a sample can be raised and the omission nature of a pattern can be raised in etching of a detailed hole pattern.

[0016] Moreover, the plasma treatment equipment of this invention changes plasma density distribution by changing the thickness of a microwave introduction aperture with a position focusing on the portion which meets a sample. Therefore, it not only performs uniform plasma treatment to a sample, but it can raise plasma treatment speed of the center section of the sample to reverse if needed by choosing appropriately the distribution by the position of the thickness of this microwave introduction aperture.

[0017]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on a drawing.

[0018] (Gestalt -1 of operation)

(The whole equipment composition) Drawing 1 is typical drawing of longitudinal section of the 1st gestalt of the plasma treatment equipment of this invention. 11 in drawing is the reaction container of a hollow rectangular parallelepiped configuration, and is formed with metals, such as aluminum and stainless steel.

[0019] The reaction chamber 12 is established in the interior of the reaction container 11. In the upper part of the reaction container 11, the microwave introduction aperture 14 by which crevice 14a is formed in the portion which meets Sample S is formed through O ring 20, and the reaction chamber 12 is airtightly closed.

[0020] It is arranged in the position where the sample base 15 meets the microwave introduction aperture 14 in a reaction chamber 12, and Sample S is laid on this sample base 15. the constant temperature for holding the mechanisms (not shown) and Samples S for the sample base 15 holding Sample S, such as an electrostatic chuck, to predetermined temperature -- it has the medium circulator style (not shown) etc. it is fixed on a pedestal 16 and the sample base 15 is insulated by insulating member 18 in the reaction container 11 -- having -- **** -- moreover, the circumference of the sample base 15 -- a plasma shield -- it is covered by the member 17

[0021] the gas introduction for introducing gas into the reaction container 11 in a reaction chamber 12 -- the exhaust port 26 connected to a hole 25 and the exhaust (not shown) is formed The circumference wall of the reaction container 11 can be heated now to predetermined temperature at a heater (not shown).

[0022] In the upper part, as the dielectric layer 32 covered with the metal plates 33, such as aluminum, counters above the reaction container 11 with the microwave introduction aperture 14, it is arranged in it. The microwave oscillator 35 is connected with the dielectric layer 32 through the waveguide 34. A dielectric layer 32 consists of material with small dielectric loss, such as a fluororesin, polyethylene, and polystyrene. As frequency of microwave, 2.45GHz is used, for example.

[0023] (Microwave introduction aperture) The microwave introduction aperture 14 has thermal resistance and microwave permeability, and should just form them with dielectrics, such as quartz glass (SiO₂) with small dielectric loss, and an alumina (aluminum 2O₃).

[0024] What is necessary is to delete the portion which meets the sample S of the microwave introduction aperture 14, and just to form a crevice, in order to make thin thickness of the portion which meets the sample S of the microwave introduction aperture 14 compared with the lateral part. Although the direction established in a reaction chamber 12 side is effective, you may establish a crevice in the side which meets a dielectric layer 32.

[0025] Superficially, what configuration is sufficient as a round shape, a rectangle, etc., and the configuration of a crevice should just determine them in consideration of the homogeneity within a sample side of the configuration of a sample, or plasma treatment speed. For example, when processing a silicon wafer, in many cases, it is desirable to suppose that it is circular.

[0026] What is necessary is just to decide the path of a crevice according to the purpose, when aiming at uniform plasma treatment, or when aiming at raising the plasma treatment speed of the center section of the sample. In order to improve homogeneity, it is usually desirable to consider as about 1.0 to 1.2 times to the path of a sample. Moreover, it is usually desirable to consider as about 0.9 or less times to the path of a sample to raise especially the plasma treatment speed of the center section of the sample.

[0027] What is necessary is just to decide the depth of a crevice in consideration of the plasma treatment speed of the plasma treatment made into the purpose, and its homogeneity. For example, when aiming at improvement in plasma treatment speed and the thickness of a microwave introduction aperture is usually 30mm, as for the depth of a crevice, it is desirable to be referred to as 4mm or more, and when the thickness of a microwave introduction aperture is 20mm, it is desirable [the depth of a crevice] to be referred to as 2mm or more. That is, as for the depth of a crevice, it is desirable to consider as about 0.1 or

more times to the thickness of a microwave introduction aperture. However, if the remaining thickness is set to 10mm or less, since the problem on intensity will arise, as for any microwave introduction aperture of thickness, it is desirable to decide the depth of a crevice that the thickness beyond this remains.

[0028] Drawing 2 is the ** type view showing one example of a microwave introduction aperture, (a) is a cross section and (b) is a bottom plan view. Circular crevice 14a (a diameter DA, depth HA) is prepared in the center section in which the microwave introduction aperture 14 of this example meets Sample S.

[0029] Drawing 3 is the typical cross section showing example with another microwave introduction aperture. The microwave introduction aperture 14 may consist of two or more members like 14d of aperture main parts shown in this drawing, and annular section 14e.

[0030] Drawing 4 is the typical cross section showing still more nearly another example of a microwave introduction aperture. Crevice 14a of a microwave introduction aperture is good also as stair-like, as shown in drawing 4 (a), and as shown in drawing 4 (b), it is good also as the shape of a taper.

[0031] Moreover, crevice 14a of a microwave introduction aperture is good also as an arc.

[0032] Drawing 5 is the typical cross section showing the example of the microwave introduction aperture which formed the crevice in the side which meets a dielectric layer. As mentioned above, although the direction established in a reaction chamber 12 side is effective, you may establish a crevice in the side which meets a dielectric layer.

[0033] (The plasma treatment method) The case where plasma treatment, such as etching, is performed to the front face of Sample S is explained based on drawing 1 using the plasma treatment equipment constituted in this way.

[0034] ** a reaction chamber 12 -- from an exhaust port 26 -- exhausting -- the blasting-fumes introduction -- supply gas to a reaction chamber 12 from a hole 25

[0035] ** Oscillate microwave from a microwave oscillator 35 and introduce microwave into a dielectric layer 32 through a waveguide 34. The microwave which leaks from a dielectric layer 32 penetrates the microwave introduction aperture 14, makes a reaction chamber 12 generate plasma, and etches into Sample S.

[0036] Since crevice 14a is prepared in the portion right above the sample S of a microwave introduction aperture, it is thin compared with other portions at this time and the field strength of microwave is strong, the plasma density of this field is raised and the plasma treatment speed of Sample S can be raised.

[0037] Moreover, by what the configuration of crevice 14a of a microwave introduction aperture is changed for (the distribution by the position of the thickness of the microwave introduction aperture 14 is changed), since plasma density distribution can be changed, more uniform plasma treatment can be performed to a sample, or plasma treatment speed of the center section of the sample S can also be raised to reverse if needed.

[0038] (Gestalt -2 of operation)

(The whole equipment composition) Drawing 6 is typical drawing of longitudinal section of the 2nd gestalt of the plasma treatment equipment of this invention.

[0039] This equipment performs plasma treatment, impressing a RF to Sample S, and, in addition to the equipment configuration of drawing 1, RF generator 28 and counterelectrode 21 which are connected to the sample base 15 are prepared. The counterelectrode 21 is formed in the periphery section of the microwave introduction aperture 14 in a configuration which is jutted out of the circumference wall of the reaction container 11, and plays the role of the grounding electrode to the sample base 15 on which a RF is impressed. By making a counterelectrode 21 into such a configuration, the bias potential stabilized in Sample S can be generated. This counterelectrode 21 is produced with the aluminum by which alumite processing of the front face was carried out. 400kHz, 13.56 etc.MHz, etc. are used as frequency of RF generator 28.

[0040] With this equipment, the microwave transparency field limit board 23 is further formed on the microwave introduction aperture 14. the microwave transparency field limit board 23 -- the center section of the metal plates, such as aluminum, -- a hole -- 23a is prepared, ***** by which microwave is introduced into a reaction chamber 12 limits, and a predetermined field is made to generate plasma

[0041] (A part for a microwave introduction window part) Drawing 7 is the typical cross section showing one example for a microwave introduction window part.

[0042] A round shape not only does crevice 14a (diameter DA 1, depth HA1) formation of the microwave introduction aperture 14 of this example, but it has protected nose-of-cam 21a of a counterelectrode from plasma by having annular heights 14b (a bore DA 1, an outer diameter DA 2).

[0043] By making the microwave introduction aperture 14 into such a configuration, it can prevent that the spatter of the front face of nose-of-cam 21a of a counterelectrode is carried out, and it not only raises the plasma density of the field on Sample S, but can also reduce the occurrences of particle.

[0044] Drawing 8 is the typical cross section showing another example for a microwave introduction window part.

[0045] You may protect nose-of-cam 21a of a counterelectrode from plasma as a configuration as shows the microwave introduction aperture 14 in this drawing.

[0046] Drawing 9 is the typical cross section showing still more nearly another example for a microwave introduction window part.

[0047] When especially generating of particle does not become a problem, as shown in this drawing, it is good also as a microwave introduction aperture 14 without the portion which protects nose-of-cam 21a of a counterelectrode from plasma.

[0048] (The plasma treatment method) The case where plasma treatment, such as etching, is performed to the front face of Sample S is explained based on drawing 6 using the plasma treatment equipment constituted in this way.

[0049] ** a reaction chamber 12 -- from an exhaust port 26 -- exhausting -- the blasting-fumes introduction -- supply gas to a reaction chamber 12 from a hole 25

[0050] ** Oscillate microwave from a microwave oscillator 35 and introduce microwave into a dielectric layer 32 through a waveguide 34. The microwave which leaks from a dielectric layer 32 penetrates the microwave introduction aperture 14, and a reaction chamber 12 is made to generate plasma.

[0051] ** Impress a RF to the sample base 15 using RF generator 28 almost simultaneously with plasma generating, and make a sample S front face generate bias voltage. Controlling the energy of the ion in plasma by this bias voltage, ion is made to irradiate the front face of Sample S, and plasma treatment, such as etching, is performed to Sample S.

[0052] At this time, a crevice is established in the portion right above the sample S of a microwave introduction aperture, compared with other portions, it is thin, and the field strength of microwave becomes strong. Therefore, the plasma density of this field can be raised, and the plasma treatment speed of Sample S can be raised, and the omission nature of a pattern can be raised in etching of a detailed hole pattern.

[0053] Moreover, the homogeneity of plasma treatment speed can be raised by making the configuration of the crevice of a microwave introduction aperture suitable.

[0054] Moreover, it can prevent the configuration from which the front face of a counterelectrode is protected for the configuration of a microwave introduction aperture, then that the spatter of the nose of cam of a counterelectrode is carried out further, and the occurrences of particle can also be reduced.

[0055] In addition, control of ion is suitable for the plasma treatment equipment of this example to especially important processing like the etching process of the hole pattern of a silicon oxide (SiO₂).

[0056]

[Example] The example of this invention is explained. The plasma treatment equipment used by this example is shown in drawing 6 and drawing 7. The microwave introduction aperture was produced with the quartz and the thing of seven kinds of configurations shown in Table 1 was used. Moreover, the frequency of microwave set frequency of 2.45GHz and a RF to 400kHz.

[0057]

[Table 1]

表 1

窓	深さHA1 (mm)	径DA1 (mm)	径DA2 (mm)	厚みTW1 (mm)	厚みTW2 (mm)	
A	12	150	258	30	20	本発明例
B	2	150	—	20	20	本発明例
C	12	130	258	30	20	本発明例
D	12	170	258	30	20	本発明例
E	12	190	258	30	20	本発明例
F	0	—	258	30	20	比較例
G	0	—	—	20	20	比較例

[0058] (Examination 1) The etching rate of a silicon oxide was measured using the microwave introduction aperture from which the depth HA1 of a crevice differs. The silicon oxide etched by making into a sample the 6 inch silicon wafer formed 1 micrometer about three kinds of microwave introduction apertures, the aperture A of Table 1 (1= 12mm of HA(s)), Aperture B (1= 2mm of HA(s)), and Aperture G (1= 0mm of HA(s)). The etching conditions are as follows. Used gas: CHF₃, microwave power:1300W, RF power:600W.

[0059] Drawing 10 is drawing showing the measurement result of the etching rate to each aperture.

[0060] By enlarging the crevice depth HA1, the thing which is made to increase an etching rate and which can carry out things was checked.

[0061] (Examination 2) Using the microwave introduction aperture which the crevice prepared, and the microwave introduction aperture which does not prepare a crevice, 0.4-micrometer hole pattern was etched to the silicon oxide, the etching cross-section configuration was observed, and pattern omission nature was evaluated. The used microwave introduction aperture is Aperture B (those with a crevice) and Aperture G (with no crevice) of Table 1. On a 6 inch silicon wafer, 1.5 micrometers of silicon oxides are formed and, as for the used sample, the resist pattern of the upper 0.4-micrometer hole is formed further. the sample in which it *****ed and *****ed the sample for every time of a predetermined addition plasma charging time value -- a scanning electron microscope (SEM) -- using -- an etching cross-section configuration -- having observed. The etching conditions are as follows. Used gas: CHF₃ And CO, microwave power:1300W, RF power:600W.

[0062] the ** type view of the observation photograph of the etching cross-section configuration as opposed to Aperture B (example of this invention) in drawing 11 -- it is -- (a) -- after [of plasma electric discharge] 20 minutes, and (b) -- after [of plasma electric discharge] 570 minutes, and (c) -- after [of plasma electric discharge] 970 minutes -- etching -- it is a thing the bottom Moreover, the periphery of a center is a thing with a position of 10mm from the edge of a wafer about the center

position of a wafer.

[0063] the ** type view of the observation photograph of the etching cross-section configuration as opposed to Aperture G (example of comparison) in drawing 12 -- it is -- drawing 11 -- the same -- (a) -- after [of plasma electric discharge] 20 minutes, and (b) -- after [of plasma electric discharge] 570 minutes, and (c) -- after [of plasma electric discharge] 970 minutes -- etching -- it is a thing the bottom Moreover, the periphery of a center is a thing with a position of 10mm from the edge of a wafer about the center position of a wafer as well as drawing 11 .

[0064] Even if the plasma charging time value became long in the example of this invention, the hole of a perpendicular configuration could be formed and pattern omission nature was good, so that drawing 11 might show. On the other hand, although the hole of a perpendicular configuration was able to be formed in the example of comparison when a plasma charging time value was short (drawing 12 (a)) so that drawing 12 might show, the configuration of a hole was tapering off and pattern omission nature was getting worse as the plasma charging time value became long (drawing 12 (b), drawing 12 (c)).

[0065] That is, it checked that the pattern omission nature at the time of etching could be improved by preparing a crevice.

[0066] (Examination 3) Using the microwave introduction aperture from which the diameter DA 1 of a crevice differs, the silicon oxide was *****ed and the homogeneity within a wafer side of an etching rate (etching-rate homogeneity) was measured. It examined about five kinds of microwave introduction apertures, the aperture A of Table 1, Aperture C, Aperture D, Aperture E, and Aperture F. A sample and etching conditions are the same as the thing of examination 1.

[0067] Drawing 13 is drawing showing the measurement result of etching-rate homogeneity of the crevice diameter DA 1 of a microwave introduction aperture. In addition, the dotted line in drawing is as a result of the aperture F (example of comparison) which has not prepared the crevice.

[0068] By making the crevice diameter DA 1 into the range of 150mm - 180mm, it checked that the homogeneity of an etching rate was improved compared with the aperture F (example of comparison) which does not prepare a crevice.

[0069] (Examination 4) Using the aperture A by which the nose of cam of a counterelectrode is protected, and the aperture G (example of comparison) by which the nose of cam of a counterelectrode is not protected, plasma is generated, time change of the number of particle is measured, and it is **. The number of particle was made to count the thing 0.2 micrometers or more on a 6 inch wafer. The plasma generating conditions are as follows. Used gas: CHF3 and CO, microwave power:1300W, RF power:600W.

[0070] Drawing 14 is drawing showing the change to the plasma charging time value of the number of particle.

[0071] The number of particle on a wafer was stable in less than 50 pieces with Aperture A (example of this invention). On the other hand, by the Aperture G (example of comparison), when predetermined time was passed, the number of particle on a wafer was over 100 pieces.

[0072] That is, it checked that the increase in the number of particle could be suppressed by preparing the nose-of-cam protection section of a counterelectrode.

[0073]

[Effect of the Invention] As explained in full detail above, by raising the plasma density of a specific field, the plasma treatment equipment of this invention can raise the plasma treatment speed of a sample, and can raise the omission nature of a pattern in etching of a detailed hole pattern. Moreover, the homogeneity of plasma treatment speed can be raised by optimizing the configuration of the crevice established in a microwave introduction aperture.

[0074] Furthermore, when an electrode etc. needs to prepare near the microwave introduction aperture, it can consider as the configuration from which it is protected, and the number of particle can also be reduced.

[Translation done.]

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10214823 A**(43) Date of publication of application: **11 . 08 . 98**

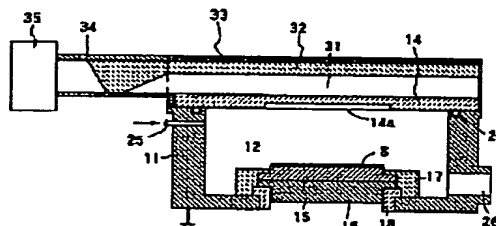
(51) Int. Cl.

H01L 21/3065
H01L 21/205
(21) Application number: **09018912**(22) Date of filing: **31 . 01 . 97**(71) Applicant: **SUMITOMO METAL IND LTD**
(72) Inventor: **MABUCHI HIROTSUGU**
TSUYUKUCHI JIYUNYA
KATAYAMA KATSUO
(54) PLASMA TREATMENT DEVICE**(57) Abstract**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plasma treatment device which can make higher the plasma treatment speed for a sample by making the plasma concentration high in an area facing the sample and improve the patternization for etching fine hole pattern.

SOLUTION: This plasma treatment device is provided with a dielectric layer 32 for microwave waveguide, a microwave introduction window 14 opposite to the dielectric layer 32, and a reaction container 11 in which a sample table 15 is arranged inside so as to face the window 14, and a recess 14a is formed on the area facing to the table 15 in the window 14.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-214823

A 44 73

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月11日

(51) Int.Cl.*

識別記号

F I

H 0 1 L 21/3065
21/205

H 0 1 L 21/302
21/205

B

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-18912

(22) 出願日 平成9年(1997) 1月31日

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 馬淵 博嗣

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住
友金属工業株式会社内

(72) 発明者 露口 潤弥

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住
友金属工業株式会社内

(72) 発明者 片山 克生

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住
友金属工業株式会社内

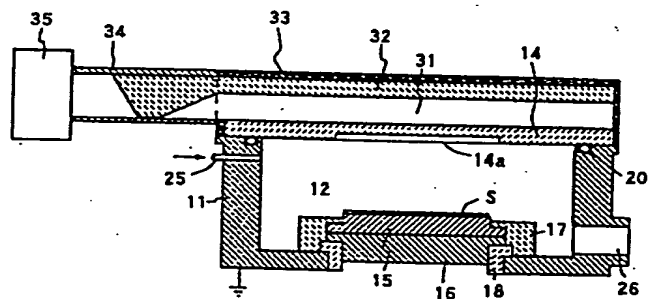
(74) 代理人 弁理士 森 道雄 (外1名)

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【目的】 試料と対面する領域のプラズマ密度を高めることにより、試料のプラズマ処理速度を向上させ、また微細なホールパターンのエッチングにおいてはパターンの抜け性を向上させることが可能なプラズマ処理装置を提供する。

【構成】 マイクロ波導波路用の誘電体層 (21)、誘電体層 (21) に対向して設けられているマイクロ波導入窓 (14)、およびこのマイクロ波導入窓 (14) に対面するように内部に試料台 (15) が配置されている反応容器 (11) を備えるプラズマ処理装置であって、マイクロ波導入窓 (14) の試料台 (15) と対面する領域に凹部 (14a) が設けられているプラズマ処理装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】マイクロ波導波路用の誘電体層、誘電体層に対向して設けられているマイクロ波導入窓、およびこのマイクロ波導入窓に対面するように内部に試料台が配置されている反応容器を備えるプラズマ処理装置であって、マイクロ波導入窓の試料台と対面する領域の厚みがその外側に比べて薄いことを特徴とするプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、マイクロ波を利用してプラズマを発生させて、半導体素子基板や液晶ディスプレイ(LCD)用ガラス基板などに、エッチング、アッシング、CVD (Chemical Vapor Deposition) などの処理を施すプラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】LSI製造プロセスでは、反応ガスに外部からエネルギーを与えてプラズマを発生させ、このプラズマを用いてエッチング、アッシング、CVD等の処理を施すことが広く行われている。特に、プラズマを用いたドライエッチング技術はこのLSI製造プロセスにとって不可欠な基本技術となっている。

【0003】近年、これらのプラズマ処理に、13.56MHz程度の高周波を用いてプラズマを発生させる装置以外に、マイクロ波を用いてプラズマを発生させる装置が用いられるようになってきている。マイクロ波を用いる方が13.56MHz前後の高周波を用いるのに比べて、高密度のプラズマを発生させることが容易なためである。

【0004】しかし、一般にマイクロ波を用いたプラズマ処理装置では、広い領域に均一にプラズマを発生させることが難しいという問題がある。そこで、この問題を解決すべく、本出願人は誘電体層を用いたプラズマ処理装置を提案している(特開昭62-56000号公報)。

【0005】図15は、従来の誘電体層を用いたプラズマ処理装置を示す模式的断面図である。

【0006】反応容器11(反応室12)の内部には試料台15が配設されており、反応容器11の上部にはマイクロ波導入窓14が試料台15と対面するように設けられ、反応室12は気密に封止されている。そして、マイクロ波導入窓14に対向して中空部31を挟んで誘電体層32が設けられている。マイクロ波導入窓14としては、石英ガラス(SiO_2)やアルミナ(Al_2O_3)の平板が用いられる。

【0007】マイクロ波は、マイクロ波発振器35において発振され、導波管34を介して誘電体層32に導入される。誘電体層32を伝播するマイクロ波により誘電体層32の下方に電界が形成され、この電界がマイクロ波導入窓14を透過して、反応室12に導入され、この電界によりガス導入管25から導入されるガスが励起さ

れてプラズマが生成される。このプラズマによって、試料Sの表面にエッチングなどのプラズマ処理が施される。

【0008】この装置は、マイクロ波導入窓14および誘電体層32の面積を大きくすることにより、広い平面領域に均一にプラズマを発生させることができるという利点を備えている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の誘電体層を用いたプラズマ処理装置においては、プラズマ処理速度の試料面内の均一性を確保するため、試料に比べて広い領域でプラズマを発生させる構成としている。そのため、プラズマ密度が全体的に低下し、試料のプラズマ処理速度が低下するという問題や、微細なホールパターンのエッチングにおいては、ホール底部まで垂直にエッチングされない(パターンの抜け性悪化)の問題があった。

【0010】本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、試料に照射される領域のプラズマ密度を高めることにより、試料のプラズマ処理速度を向上させ、また微細なホールパターンのエッチングにおいてはパターンの抜け性を向上させることが可能なプラズマ処理装置を提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明のプラズマ処理装置は、マイクロ波導波路用の誘電体層、誘電体層に対向して設けられているマイクロ波導入窓、およびこのマイクロ波導入窓に対面するように内部に試料台が配置されている反応容器を備えるプラズマ処理装置であって、マイクロ波導入窓の試料台と対面する領域の厚みがその外側に比べて薄いことを特徴としている。

【0012】なお、ここで言う「試料台と対面する領域」は、「試料台上の試料載置面と対面する領域」を意味している。

【0013】誘電体層を用いた上記構成の装置では、誘電体層にマイクロ波を導入し伝播させ、この誘電体層から洩れてくるマイクロ波をマイクロ波導入窓を介して反応容器内に導入している。すなわち、反応容器内のマイクロ波の強度は、誘電体層からの距離とマイクロ波導入窓の厚みに依存する。

【0014】そこで、本発明者らは、マイクロ波導入窓の厚みに着目し試験を行った結果、マイクロ波導入窓の厚みを部分的に薄くすることにより、その薄い領域の下ではプラズマが強く発生することを確認し、本発明を完成させた。

【0015】すなわち、本発明のプラズマ処理装置では、試料台上の試料と直接対面する領域のマイクロ波導入窓の厚みをその外側に比べて薄くしている。そのため、試料台上の試料に照射されるこの領域のプラズマをそれ以外の領域に照射される領域のプラズマに比べて強

く発生させ、試料の処理に効率的なプラズマ密度分布とすることができる。その結果、試料のプラズマ処理速度を向上させ、また微細なホールパターンのエッチングにおいてはパターンの抜け性を向上させることができる。

【0016】また、本発明のプラズマ処理装置は、試料と対面する部分を中心としてマイクロ波導入窓の厚みを位置により異ならせることによって、プラズマ密度分布を変化させるものである。したがって、このマイクロ波導入窓の厚みの位置による分布を適切に選択することにより、均一なプラズマ処理を試料に施すのみならず、逆に必要に応じて試料の中央部のプラズマ処理速度を高めたりすることもできる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面に基づいて説明する。

【0018】（実施の形態-1）

（装置の全体構成）図1は、本発明のプラズマ処理装置の第1の形態の模式的縦断面図である。図中11は、中空直方体形状の反応容器であり、アルミニウムやステンレスなどの金属で形成されている。

【0019】反応容器11の内部には反応室12が設けられている。反応容器11の上部には、試料Sと対面する部分に凹部14aが形成されているマイクロ波導入窓14が、Oリング20を介して設けられており、反応室12は気密に封止されている。

【0020】反応室12には、試料台15がマイクロ波導入窓14と対面する位置に配設され、試料Sはこの試料台15上に載置される。試料台15は、試料Sを保持するための静電チャックなどの機構（図示せず）や試料Sを所定温度に保持するための恒温媒体循環機構（図示せず）などを備えている。試料台15は、基台16上に固定され、反応容器11とは絶縁部材18により絶縁されており、また試料台15の周囲はプラズマシールド部材17で覆われている。

【0021】反応容器11には、反応室12内にガスを導入するためのガス導入孔25および排気装置（図示せず）に接続される排気口26が設けられている。反応容器11の周囲壁はヒータ（図示せず）によって所定の温度に加熱できるようになっている。

【0022】反応容器11の上方には、上部をアルミニウムなどの金属板33で覆われた誘電体層32が、マイクロ波導入窓14と対向するようにして配設されている。誘電体層32には導波管34を介してマイクロ波発振器35が連結されている。誘電体層32は、例えばフッ素樹脂やポリエチレンやポリスチレンなどの誘電損失の小さい材料で構成される。マイクロ波の周波数としては、例えば2.45GHzが用いられる。

【0023】（マイクロ波導入窓）マイクロ波導入窓14は、耐熱性とマイクロ波透過性を有し、かつ誘電損失が小さい石英ガラス（ SiO_2 ）やアルミナ（Al

$_2\text{O}_3$ ）などの誘電体で形成すれば良い。

【0024】マイクロ波導入窓14の試料Sと対面する部分の厚みをその外側部分に比べて薄くするには、例えばマイクロ波導入窓14の試料Sと対面する部分を削るなどして凹部を形成すれば良い。凹部は、反応室12側に設ける方が効果があるが、誘電体層32と対面する側に設けても良い。

【0025】凹部の形状は、平面的には円形や矩形などどのような形状でも良く、試料の形状やプラズマ処理速度の試料面内均一性を考慮して決めれば良い。例えば、シリコンウエハを処理するような場合、多くの場合、円形とすることが好ましい。

【0026】凹部の径は、均一なプラズマ処理を目的とする場合や、試料の中央部のプラズマ処理速度を高めることを目的とする場合など、その目的に応じて決めれば良い。均一性を改善するには、通常、試料の径に対して1.0～1.2倍程度とすることが好ましい。また、試料の中央部のプラズマ処理速度を特に高めたい場合には、通常、試料の径に対して0.9倍程度以下とすることが好ましい。

【0027】凹部の深さは、目的とするプラズマ処理のプラズマ処理速度およびその均一性を考慮して決めれば良い。例えばプラズマ処理速度の向上を目的とする場合、通常、マイクロ波導入窓の厚みが3.0mmの場合、凹部の深さは4mm以上とすることが好ましく、マイクロ波導入窓の厚みが2.0mmの場合、凹部の深さは2mm以上とすることが好ましい。すなわち、凹部の深さは、マイクロ波導入窓の厚みに対して、0.1倍程度以上とすることが好ましい。ただし、いずれの厚みのマイクロ波導入窓も、残りの厚みが1.0mm以下となると、強度上の問題が生じるため、これ以上の厚みが残るように凹部の深さを決めることが好ましい。

【0028】図2は、マイクロ波導入窓の1例を示す模式図であり、（a）は断面図、（b）は底面図である。この例のマイクロ波導入窓14は、試料Sと対面する中央部に円形の凹部14a（直径DA、深さHA）が設けられている。

【0029】図3は、マイクロ波導入窓の別の例を示す模式的断面図である。マイクロ波導入窓14は、この図に示す窓本体14dと環状部14eのように複数の部材から構成しても良い。

【0030】図4は、マイクロ波導入窓のさらに別の例を示す模式的断面図である。マイクロ波導入窓の凹部14aは、図4（a）に示すように階段状としても良いし、また図4（b）に示すようにテーパ状としても良い。

【0031】また、マイクロ波導入窓の凹部14aは、弧状としても良い。

【0032】図5は、誘電体層と対面する側に凹部を形成したマイクロ波導入窓の例を示す模式的断面図であ

る。前述したように、凹部は、反応室12側に設ける方が効果があるが、誘電体層と対面する側に設けても良い。

【0033】（プラズマ処理方法）このように構成されたプラズマ処理装置を用いて、試料Sの表面にエッチングなどのプラズマ処理を施す場合について、図1に基づき説明する。

【0034】①反応室12を排気口26から排気し、その後ガス導入孔25から反応室12にガスを供給する。

【0035】②マイクロ波発振器35からマイクロ波を発振させ、導波管34を介して誘電体層32にマイクロ波を導入する。誘電体層32から洩れてくるマイクロ波がマイクロ波導入窓14を透過して、反応室12にプラズマを発生させ、試料Sにエッチングを施す。

【0036】このとき、マイクロ波導入窓の試料Sの真上の部分には凹部14aが設けられ、他の部分に比べて薄く、マイクロ波の電界強度が強いので、この領域のプラズマ密度が高められ、試料Sのプラズマ処理速度を高めることができる。

【0037】また、マイクロ波導入窓の凹部14aの形状を変える（マイクロ波導入窓14の厚みの位置による分布を変える）ことにより、プラズマ密度分布を変化させることができるので、より均一なプラズマ処理を試料に施したり、逆に必要に応じて試料Sの中央部のプラズマ処理速度を高めたりすることもできる。

【0038】（実施の形態-2）

（装置の全体構成）図6は、本発明のプラズマ処理装置の第2の形態の模式的縦断面図である。

【0039】この装置は、試料Sに高周波を印加しながらプラズマ処理を施すものであり、図1の装置構成に加え、試料台15に接続される高周波電源28および対向電極21が設けられている。対向電極21は、マイクロ波導入窓14の周縁部に、反応容器11の周囲壁から張り出すような形状で設けられており、高周波が印加される試料台15に対する接地電極の役割を果たす。対向電極21をこのような形状とすることにより、試料Sに安定したバイアス電位を発生させることができる。この対向電極21は、表面がアルマイト処理されたアルミニウムなどで作製される。高周波電源28の周波数としては、400kHzや13.56MHzなどが用いられる。

【0040】この装置では、さらにマイクロ波透過領域制限板23がマイクロ波導入窓14の上に設けられている。マイクロ波透過領域制限板23はアルミニウムなどの金属板の中央部に孔23aを設けたものであり、マイクロ波が反応室12に導入される領域を限定し、プラズマを所定領域に発生させるものである。

【0041】（マイクロ波導入窓部分）図7は、マイクロ波導入窓部分の1例を示す模式的断面図である。

【0042】この例のマイクロ波導入窓14は、環状の

凸部14b（内径DA1、外径DA2）を備えることにより、円形の凹部14a（直径DA1、深さHA1）形成するのみならず、対向電極の先端21aをプラズマから保護している。

【0043】マイクロ波導入窓14をこのような形状とすることにより、試料S上の領域のプラズマ密度を高めるだけでなく、対向電極の先端21aの表面がスパッタされることを防止してパーティクルの発生数を低減させることもできる。

【0044】図8は、マイクロ波導入窓部分の別の例を示す模式的断面図である。

【0045】マイクロ波導入窓14を、この図に示すような形状として、対向電極の先端21aをプラズマから保護しても良い。

【0046】図9は、マイクロ波導入窓部分のさらに別の例を示す模式的断面図である。

【0047】パーティクルの発生が特に問題にならない場合は、この図に示すように、対向電極の先端21aをプラズマから保護する部分をもたないマイクロ波導入窓14としても良い。

【0048】（プラズマ処理方法）このように構成されたプラズマ処理装置を用いて、試料Sの表面にエッチングなどのプラズマ処理を施す場合について、図6に基づき説明する。

【0049】①反応室12を排気口26から排気し、その後ガス導入孔25から反応室12にガスを供給する。

【0050】②マイクロ波発振器35からマイクロ波を発振させ、導波管34を介して誘電体層32にマイクロ波を導入する。誘電体層32から洩れてくるマイクロ波がマイクロ波導入窓14を透過して、反応室12にプラズマを発生させる。

【0051】③プラズマ発生とほぼ同時に高周波電源28を用いて試料台15に高周波を印加し、試料S表面にバイアス電圧を発生させる。このバイアス電圧によってプラズマ中のイオンのエネルギーを制御しつつ、試料Sの表面にイオンを照射させて、試料Sにエッチングなどのプラズマ処理を施す。

【0052】このとき、マイクロ波導入窓の試料Sの真上の部分には凹部が設けられて、他の部分に比べて薄く、マイクロ波の電界強度が強くなる。そのため、この領域のプラズマ密度が高められ、試料Sのプラズマ処理速度を向上させ、また微細なホールパターンのエッチングにおいてはパターンの抜け性を向上させることができる。

【0053】また、マイクロ波導入窓の凹部の形状を適切なものにするにより、プラズマ処理速度の均一性を高めることができる。

【0054】また、マイクロ波導入窓の形状を対向電極の表面を保護する形状とすれば、さらに対向電極の先端がスパッタされることを防止し、パーティクルの発生数

を低減させることもできる。

【0055】なお、この例のプラズマ処理装置は、例えばシリコン酸化膜(SiO_2)のホールパターンのエッチング工程のようにイオンの制御が特に重要な処理に好適である。

【0056】

【実施例】本発明の実施例について説明する。本実施例

で用いたプラズマ処理装置は、図6および図7に示したものである。マイクロ波導入窓は石英で作製し、表1に示す7種類の形状のものを用いた。また、マイクロ波の周波数は2.45GHz、高周波の周波数は400kHzとした。

【0057】

【表1】

表1

窓	深さHAI (mm)	径DA1 (mm)	径DA2 (mm)	厚みT1 (mm)	厚みT2 (mm)	
A	12	150	258	30	20	本発明例
B	2	150	—	20	20	本発明例
C	12	130	258	30	20	本発明例
D	12	170	258	30	20	本発明例
E	12	190	258	30	20	本発明例
F	0	—	258	30	20	比較例
G	0	—	—	20	20	比較例

【0058】(試験1)凹部の深さHAIが異なるマイクロ波導入窓を用いてシリコン酸化膜のエッチングレートを測定した。表1の窓A(HAI=12mm)、窓B(HAI=2mm)および窓G(HAI=0mm)の3種類のマイクロ波導入窓について、シリコン酸化膜が1 μm 成膜された6インチシリコンウエハを試料としてエッチングを行った。エッチング条件は次の通りである。用いたガス： CHF_3 、マイクロ波電力：1300W、高周波電力：600W。

【0059】図10は、それぞれの窓に対するエッチングレートの測定結果を示す図である。

【0060】凹部深さHAIを大きくすることにより、エッチングレートを増加させることができることを確認した。

【0061】(試験2)凹部の設けたマイクロ波導入窓と凹部を設けないマイクロ波導入窓を用いて、シリコン酸化膜に対して0.4 μm ホールパターンのエッチングを施し、そのエッチング断面形状を観察し、パターン抜け性を評価した。用いたマイクロ波導入窓は、表1の窓B(凹部あり)および窓G(凹部なし)である。用いた試料は、6インチシリコンウエハ上に、シリコン酸化膜が1.5 μm 成膜され、さらにその上0.4 μm ホールのレジストパターンが形成されたものである。所定の積算プラズマ放電時間の時点毎に、試料をエッチングし、エッチングされた試料について、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて、エッチング断面形状を観察した。エッチング条件は次の通りである。用いたガス： CHF_3 、および CO 、マイクロ波電力：1300W、高周波電力：600W。

【0062】図11は、窓B(本発明例)に対するエッ

チング断面形状の観察写真の模式図であり、(a)はプラズマ放電20分後、(b)はプラズマ放電570分後、(c)はプラズマ放電970分後にエッチングしたものである。また、中心はウエハの中心位置を、周縁はウエハの端から10mmの位置でのものである。

【0063】図12は、窓G(比較例)に対するエッチング断面形状の観察写真の模式図であり、図11と同じく、(a)はプラズマ放電20分後、(b)はプラズマ放電570分後、(c)はプラズマ放電970分後にエッチングしたものである。また、図11と同じく、中心はウエハの中心位置を、周縁はウエハの端から10mmの位置でのものである。

【0064】図11からわかるように、本発明例では、プラズマ放電時間が長くなっても、垂直形状のホールを形成することができ、パターン抜け性は良好であった。これに対して、図12からわかるように、比較例では、プラズマ放電時間が短くとき(図12(a))は垂直形状のホールを形成することができたが、プラズマ放電時間が長くなるにつれて(図12(b)、図12(c))、ホールの形状は先細りとなり、パターン抜け性が悪化していた。

【0065】すなわち、凹部を設けることにより、エッチング時のパターン抜け性を向上できることを確認した。

【0066】(試験3)凹部の直径DAIが異なるマイクロ波導入窓を用いて、シリコン酸化膜をエッチングし、エッチングレートのウエハ面内均一性(エッチングレート均一性)を測定した。表1の窓A、窓C、窓D、窓Eおよび窓Fの5種類のマイクロ波導入窓について試験を行った。試料およびエッチング条件は試験1のものと同

じである。

【0067】図13は、マイクロ波導入窓の凹部直径DAIに対するエッチングレート均一性の測定結果を示す図である。なお、図中の点線は、凹部を設けていない窓F（比較例）の結果である。

【0068】凹部直径DAIを150mm～180mmの範囲とすることにより、凹部を設けない窓F（比較例）に比べて、エッチングレートの均一性が改善されることを確認した。

【0069】（試験4）対向電極の先端が保護されている窓Aと対向電極の先端が保護されていない窓G（比較例）を用いて、プラズマを発生させて、パーティクル数の時間変化を測定し、パーティクル数は、6インチウエハ上の0.2μm以上のものをカウントすることにした。プラズマ発生条件は、次の通りである。用いたガス：CHF₃およびCO、マイクロ波電力：1300W、高周波電力：600W。

【0070】図14は、パーティクル数のプラズマ放電時間に対する変化を示す図である。

【0071】窓A（本発明例）では、ウエハ上のパーティクル数が50個未満で安定していた。一方、窓G（比較例）では、所定の時間を経過すると、ウエハ上のパーティクル数が百個を超えていた。

【0072】すなわち、対向電極の先端保護部を設けることにより、パーティクル数の増加を抑制できることを確認した。

【0073】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明のプラズマ処理装置は、特定領域のプラズマ密度を高めることにより、試料のプラズマ処理速度を向上させ、また微細なホールパターンのエッチングにおいてはパターンの抜け性を向上させることができる。また、マイクロ波導入窓に設ける凹部の形状を最適化することによりプラズマ処理速度の均一性を向上させることができる。

【0074】さらに、マイクロ波導入窓の近傍に電極などが設ける必要がある場合には、それを保護する形状とすることができ、パーティクル数を低減させることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のプラズマ処理装置の第1の形態の模式的縦断面図である。

【図2】本発明のプラズマ処理装置のマイクロ波導入窓の1例を示す模式的断面図であり、(a)は断面図、(b)は底面図である。

【図3】本発明のプラズマ処理装置のマイクロ波導入窓の別の例を示す模式的断面図である。

【図4】本発明のプラズマ処理装置のマイクロ波導入窓のさらに別の例を示す模式的断面図である。

【図5】本発明のプラズマ処理装置のマイクロ波導入窓のさらに別の例を示す模式的断面図である。

【図6】本発明のプラズマ処理装置の第2の形態の模式的縦断面図である。

【図7】本発明のプラズマ処理装置のマイクロ波導入窓部分の1例を示す模式的断面図である。

【図8】本発明のプラズマ処理装置のマイクロ波導入窓部分の別の例を示す模式的断面図である。

【図9】本発明のプラズマ処理装置のマイクロ波導入窓部分のさらに別の例を示す模式的断面図である。

【図10】凹部深さの異なるマイクロ波導入窓に対するエッチングレートの測定結果を示す図である。

【図11】窓B（本発明例）に対するエッチング断面形状の観察写真の模式的図であり、(a)はプラズマ放電20分後、(b)はプラズマ放電570分後、(c)はプラズマ放電970分後にエッチングしたものである。

【図12】窓G（比較例）に対するエッチング断面形状の観察写真の模式的図であり、(a)はプラズマ放電20分後、(b)はプラズマ放電570分後、(c)はプラズマ放電970分後にエッチングしたものである。

【図13】マイクロ波導入窓の凹部直径DAIに対するエッチングレート均一性の測定結果を示す図である。

【図14】パーティクル数のプラズマ放電時間に対する変化を示す図である。

【図15】従来の誘電体層を用いたプラズマ処理装置を示す模式的断面図である。

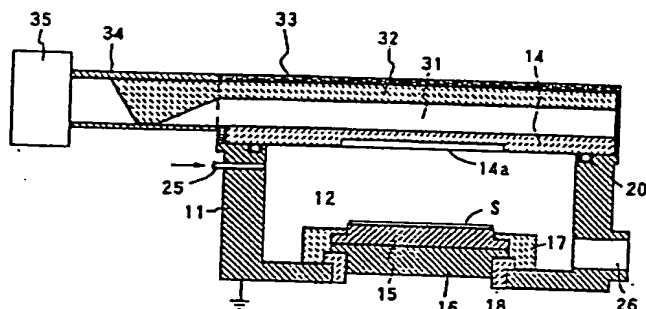
【符号の説明】

- 11 反応容器
- 12 反応室
- 14 マイクロ波導入窓
- 14a 凹部
- 14b 凸部（対向電極先端保護部）
- 14c 凸部（対向電極先端保護部）
- 14d 窓本体
- 14e 環状部
- 15 試料台
- 16 基台
- 17 プラズマシールド部材
- 18 絶縁部材
- 19 Oリング
- 20 Oリング
- 21 対向電極
- 21a 対向電極の先端
- 23 マイクロ波透過領域制限板
- 23a 孔
- 25 ガス導入孔
- 26 排気口
- 31 中空部
- 32 誘電体層
- 33 金属板
- 34 導波管
- 35 マイクロ波発振器

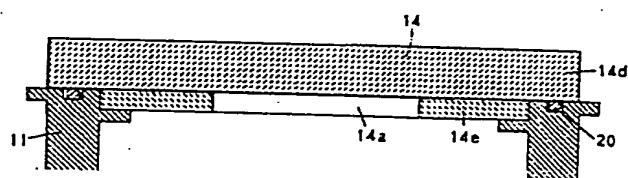
41 レジスト
42 シリコン酸化膜

43 シリコン

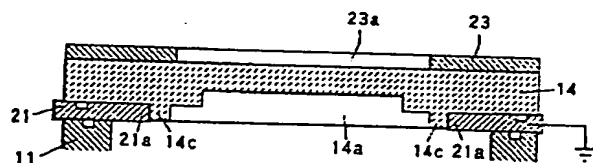
【図1】



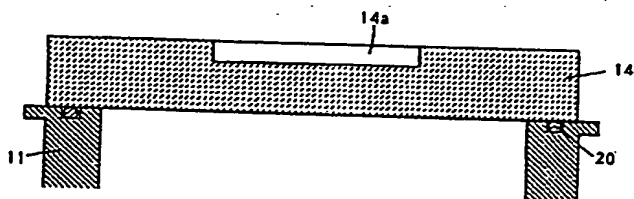
【図3】



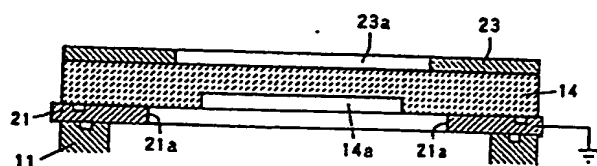
【図8】



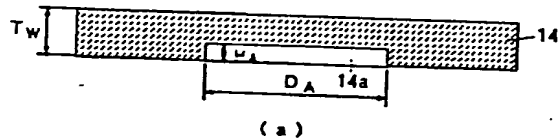
【図5】



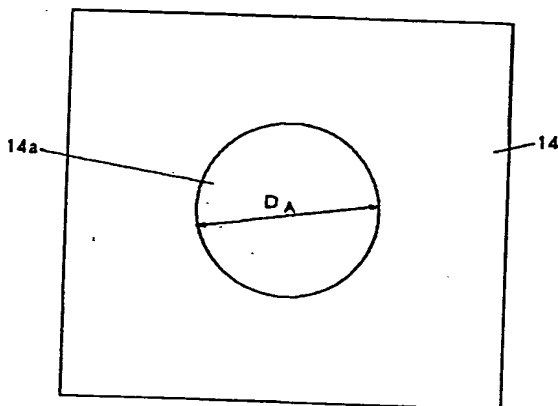
【図9】



【図2】

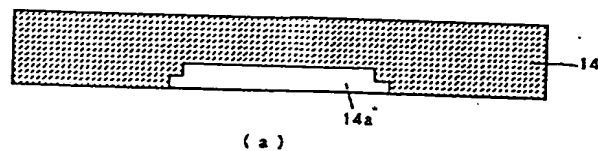


(a)

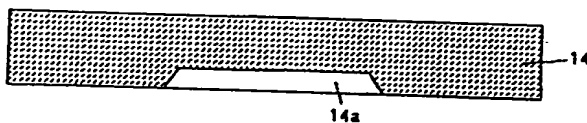


(b)

【図4】

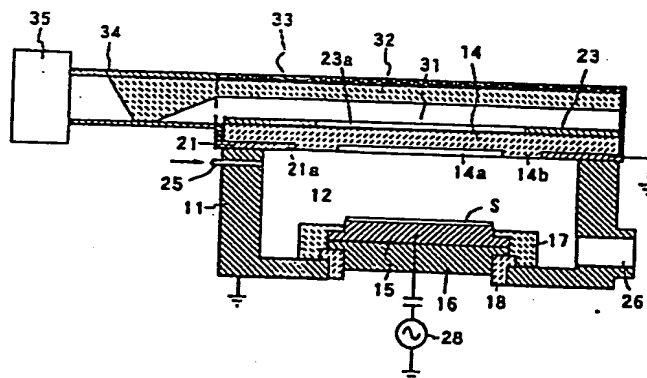


(a)

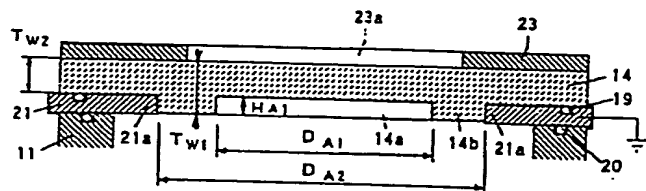


(b)

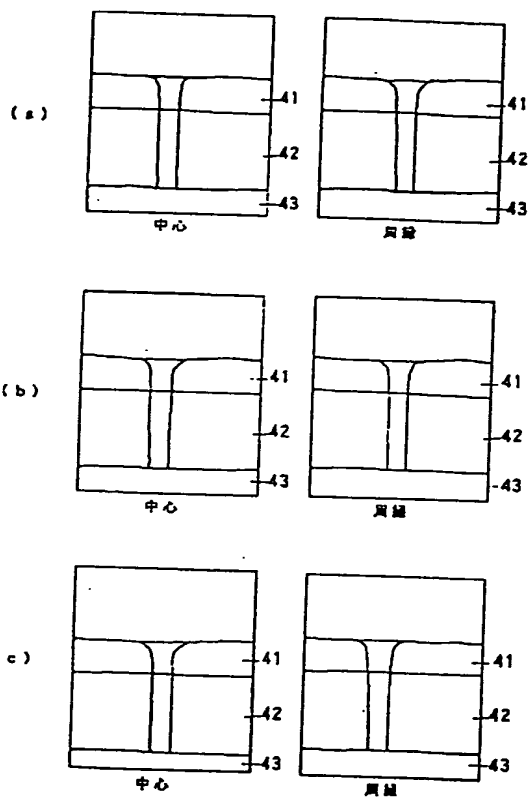
【図6】



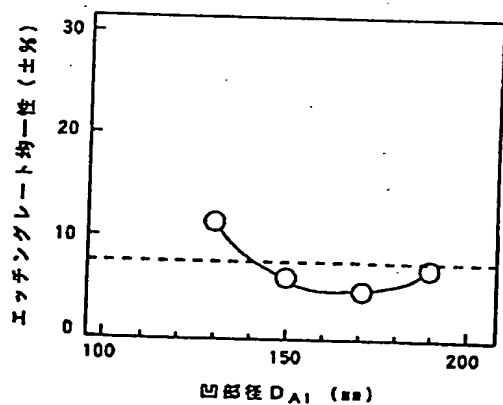
【図7】



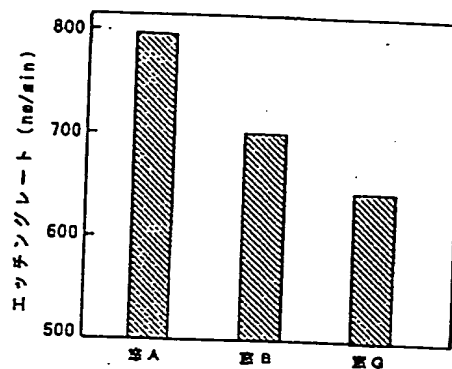
【図11】



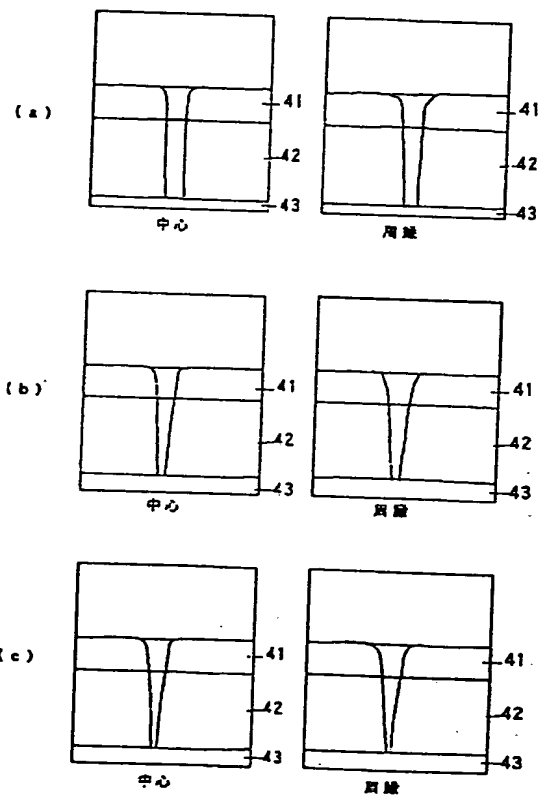
【図13】



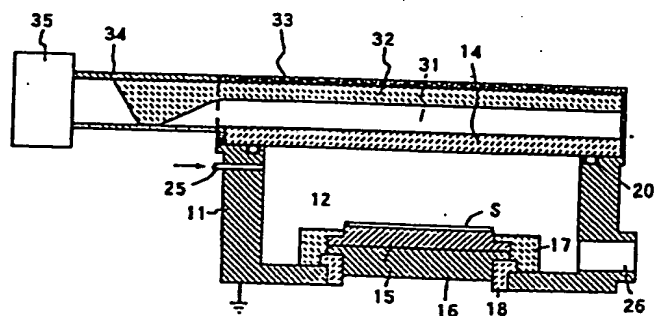
【図10】



【図12】



【図15】



【図14】

